

# Sommaire

<b>Chapitre 1</b>	<b>Lois générales de l'électrocinétique</b>	<b>7</b>
	<i>Méthodes : l'essentiel ; mise en œuvre</i>	18
	<i>Exercices : énoncés, solutions</i>	23
<b>Chapitre 2</b>	<b>Modélisations linéaires d'un dipôle</b>	<b>31</b>
	<i>Méthodes : l'essentiel ; mise en œuvre</i>	43
	<i>Exercices : énoncés, solutions</i>	54
<b>Chapitre 3</b>	<b>Condensateurs et bobines – Dipôles linéaires</b>	<b>79</b>
	<i>Méthodes : l'essentiel ; mise en œuvre</i>	90
	<i>Exercices : énoncés, solutions</i>	94
<b>Chapitre 4</b>	<b>Régimes transitoires</b>	<b>103</b>
	<i>Méthodes : l'essentiel ; mise en œuvre</i>	125
	<i>Exercices : énoncés, solutions</i>	133
<b>Chapitre 5</b>	<b>Signaux sinusoïdaux</b>	<b>165</b>
	<i>Méthodes : l'essentiel ; mise en œuvre</i>	173
	<i>Exercices : énoncés, solutions</i>	176
<b>Chapitre 6</b>	<b>Étude du circuit RLC série : résonance</b>	<b>181</b>
	<i>Méthodes : l'essentiel ; mise en œuvre</i>	197
	<i>Exercices : énoncés, solutions</i>	201
<b>Chapitre 7</b>	<b>Régime sinusoïdal forcé</b>	<b>213</b>
	<i>Méthodes : l'essentiel ; mise en œuvre</i>	224
	<i>Exercices : énoncés, solutions</i>	230
<b>Chapitre 8</b>	<b>Filtres du premier ordre</b>	<b>245</b>
	<i>Méthodes : l'essentiel ; mise en œuvre</i>	263
	<i>Exercices : énoncés, solutions</i>	273

<b>Chapitre 9</b> ■ <b>Filtres du second ordre</b> .....	<b>283</b>
<i>Méthodes</i> : l'essentiel ; mise en œuvre .....	295
<i>Exercices</i> : énoncés, solutions .....	300
<b>Chapitre 10</b> ■ <b>Utilisation des notations symboliques</b> .....	<b>317</b>
<i>Méthodes</i> : l'essentiel ; mise en œuvre .....	325
<i>Exercices</i> : énoncés, solutions .....	327
<b>Chapitre 11</b> ■ <b>Réalisation de fonctions élémentaires</b> .....	<b>331</b>
<i>Exercices</i> : énoncés, solutions .....	339
<b>Index</b> .....	<b>346</b>

# Lois générales de l'électrocinétique

## Introduction

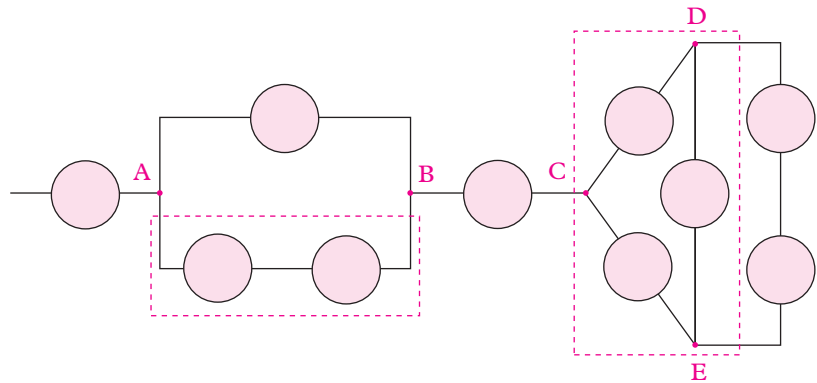
Un circuit électrique est constitué de différents composants reliés entre eux par des fils. On appelle *dipôle électrocinétique* un composant ayant deux bornes, par exemple un générateur, une résistance, un condensateur ou une bobine. En travaux pratiques, on étudiera aussi une diode, une lampe à incandescence, une varistance, etc.

Ce chapitre introduit les grandeurs et les lois fondamentales de l'électrocinétique.

### Plan du chapitre 1

<b>A. La loi des nœuds</b> .....	8
1. Les différents courants électriques .....	8
2. Intensité du courant électrique .....	9
3. Densité de courant .....	10
4. Conservation de la charge : la loi des nœuds. ....	12
<b>B. La loi des mailles</b> .....	13
1. Différence de potentiel entre deux points. ....	13
2. Additivité des tensions : la loi des mailles .....	14
<b>C. Puissance électrique</b> .....	15
1. Caractère générateur – caractère récepteur .....	15
2. Convention générateur – convention récepteur. ....	16
3. Puissance électrique d'un dipôle. ....	16
<b>C. L'approximation des régimes quasi-stationnaires (ARQS)</b> .....	17
<i>Méthodes</i>	
L'essentiel ; mise en œuvre .....	18
<i>Énoncés des exercices</i> .....	23
<i>Indications</i> .....	24
<i>Solution des exercices</i> .....	25

Dans un circuit électrique, on appelle *nœud* un point du circuit reliant entre eux trois dipôles ou plus. L'ensemble des dipôles compris entre deux nœuds consécutifs constitue une *branche*. Enfin, un ensemble de branches formant un contour fermé constitue une *maille* (fig. 1).



**Fig. 1** - Les points A, B, C, D, E sont des nœuds. Sur le schéma, on a encadré en pointillés la branche AB et la maille CDE.

## A. La loi des nœuds

Le courant électrique dans un circuit correspond à un mouvement ordonné de charges électriques (appelées *porteurs de charges* ou plus simplement *porteurs*), sans tenir compte du mouvement microscopique désordonné de ces charges.

### A.1. Les différents courants électriques

En général, on distingue plusieurs types de courants électriques.

- Le courant de conduction correspond au déplacement de charges électriques dans un support matériel conducteur :
  - dans les conducteurs usuels, les porteurs de charge sont les électrons de charge négative  $q = -e$  ;
  - dans les semi-conducteurs, les porteurs de charge sont soit des électrons (semi-conducteurs dopés  $n$ ), soit des « trous » de charge  $q = +e$  (semi-conducteurs dopés  $p$ ) ;
  - dans les électrolytes, les porteurs de charge sont des ions en solution (cations et anions).
- Le courant de convection est causé par le déplacement d'un objet lui-même chargé<sup>2</sup>.
- Le courant de particules est dû aux déplacements de particules chargées dans le vide, par exemple d'électrons dans le tube d'un téléviseur ou d'un oscilloscope.
- Le courant de déplacement est introduit lors de la propagation des ondes électromagnétiques.

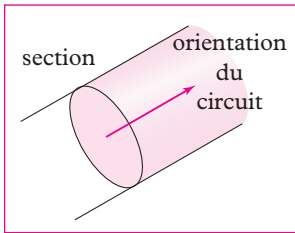
Le passage d'un courant électrique crée toujours un champ magnétique<sup>3</sup>, qui met en rotation une aiguille aimantée (par exemple, dans une boussole).

En première année, seul le courant de conduction est étudié : dans la suite, on se placera donc toujours dans ce cas.

**1.** La charge élémentaire  $e$  vaut  $1,6 \cdot 10^{-19}$  C.

**2.** Par exemple, en frottant un vêtement en acrylique avec une règle en plastique, on arrache des électrons à la règle qui se charge négativement. Si l'opérateur déplace la règle dans la pièce, il crée alors un courant de convection.

**3.** Hans Christian Ørsted (1777-1851), physicien danois, découvrit en 1820 l'existence du champ magnétique créé par les courants électriques, ouvrant ainsi la voie à la théorie de l'électromagnétisme.



**Fig. 2** - Section du circuit orienté.

1. Charles de Coulomb (1736-1806), physicien français, établit les lois expérimentales et théoriques de l'électrostatique et du magnétisme.

2. André Marie Ampère (1775-1836), physicien français, jeta les bases de la théorie de l'électromagnétisme et de la théorie électronique de la matière. Il imagina le galvanomètre.

## A.2. Intensité du courant électrique

### A.2.1 - Définition de l'intensité

L'intensité du courant mesure la quantité algébrique d'électricité (c'est-à-dire, la charge électrique) traversant la section d'un circuit orienté par unité de temps (fig. 2). L'unité de charge est le coulomb (C)<sup>1</sup> et l'unité d'intensité est l'ampère (A)<sup>2</sup>.

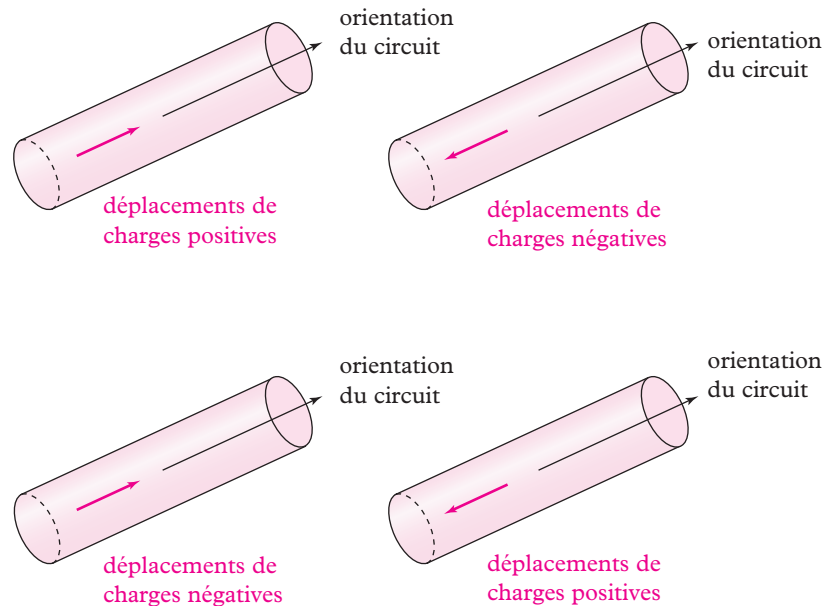
#### Définition 1

L'intensité du courant dans un circuit orienté, exprimée en ampère (A), est la grandeur algébrique correspondant au débit de charges.

### A.2.2 - Sens de circulation des charges

D'après la définition, un courant d'intensité positive correspond au déplacement de charges positives dans le sens du circuit orienté ou au déplacement de charges négatives en sens inverse (fig. 3).

*A contrario*, un courant d'intensité négative correspond au déplacement de charges négatives dans le sens du circuit orienté ou au déplacement de charges positives en sens inverse (fig. 3).



**Fig. 3** - En haut, l'intensité du courant est positive (le courant réel circule dans le sens du circuit orienté). En bas, l'intensité du courant est négative (le courant réel circule dans le sens opposé à l'orientation du circuit).

#### Remarques expérimentales

L'intensité du courant dans un circuit est mesurée à l'aide d'un ampèremètre. En travaux pratiques, on mesure parfois la tension aux bornes d'une résistance de valeur connue, puis on en déduit la valeur de l'intensité par la loi d'Ohm (voir chapitre 2).